PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 9. 1. Dezember 1900. 2. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
E. Ruhmer, Wirkungsweise des Polarisationselementes beim Telegraphon. S. 129.
F. Haber, Nachtrag zu der Mitteilung über Wasserstoffsuperoxyd, Autoxydation und die Gaskette. S. 130.
J. Stark, Ionenschuss, innere Ladungen, Kraft- und Stromlinien in durchströmten Gasen. S. 132.
Vorträge und Diskussionen von der 72. Naturforscherversammlung zu Aachen:
F. Richarz und O. Krigar-Menzel, Bemerkungen zu dem Bericht des Herrn C. V. Boys auf dem internationalen Kongress zu Paris über die Gravitationskonstante. S. 135.
Referate über die Berichte des Internationalen Physikerkongresses zu Paris:
P. Villard, Die Kathodenstrahlen. S. 137.
R. Eötvos, Studien über die Niveauflächen und die Änderung der Schwere und der magnetischen Kraft. S. 140.
Besprechungen:
V. Bjerknes, Vorlesungen über hydrodynamische Fernkräfte. S. 141.
A. Broca, La télégraphie sans fils. S. 141.
R. Colson, Traité élémentaire d'Electricité avec les principales applications. S. 142.
E. Mascart, Traité de magnétisme terrestre. S. 142.
Eingegangene Schriften. S. 144.
Personalien. S. 144.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Wirkungsweise des Polarisationselementes beim Telegraphon.

Von Ernst Ruhmer.

In einem früheren Referate[1]) dieser Zeitschrift über das Poulsen'sche Telegraphon ist mitgeteilt worden, dass die Einführung eines Polarisationselementes in den Stromkreis des Schreibelektromagneten die Schärfe und Deutlichkeit der Lautwiedergabe wesentlich verbessert. Die schon dort angedeutete Erklärung für diese interessante Wirkung soll hier etwas eingehender behandelt werden.

Wir fassen zunächst den Vorgang der gleichmässigen Magnetisierung ins Auge, der der Aufnahme eines Telephonogrammes stets vorausgeht.

Die beiden Schenkel des Schreibelektromagneten umfassen den Stahldraht der Walze[2]), so dass jeweils ein Stückchen Stahldraht als Anker den Kraftlinienfluss von dem einen Schenkel zum andern vermittelt.

Sehen wir von den Komplikationen ab, die durch Streuung, sowie dadurch herbeigeführt werden, dass wir es mit einem nicht geschlossenen magnetischen Kreise zu thun haben, und auch der Anordnung des Elektromagneten zufolge keine gleichmässige Quermagnetisierung des ganzen Drahtquerschnittes eintreten dürfte, so können wir doch näherungsweise die magnetomotorische Kraft des Schreibelektromagneten aus der bekannten Beziehung

$$\mathfrak{H} = \frac{4\pi Ni}{10}$$

berechnen, wo N die Windungszahl pro Centimeter, i die Stromstärke bedeutet.

Legen wir einen bestimmten Poulsen'schen Schreibelektromagneten zu Grunde, so haben wir:

$$N = 1000$$

$$i = \frac{e}{w} = \frac{4}{200} = 0{,}02 \text{ Amp.},$$

wobei e die elektromotorische Kraft der Löschbatterie, w den Widerstand des Schreibelektromagneten bezeichnet.

Demnach berechnet sich:

$$\mathfrak{H} = 25 \; cgs \; ca.$$

Aus der Magnetisierungskurve des weichen Eisens entnehmen wir, dass bei dieser Feldstärke der Eisenkern des Schreibelektromagneten einen Kraftfluss von $B = 15000$ *cgs* aufweist, also nahezu gesättigt ist. Der Stahldraht wird wegen der magnetischen Übergangswiderstände und der dadurch bedingten Streuung nicht diesen ganzen Kraftfluss aufnehmen, sondern etwa nur 12000 *cgs*.

Sobald der Stahldraht den Bereich des Elektromagneten verlassen hat, sinkt dann seine Magnetisierung auf etwa 8000 *cgs*, wie aus der Hysteresiskurve des Klaviersaitendrahtes zu entnehmen ist.

Schaltet man jetzt den Magnetisierungsstrom aus und lässt zur Aufnahme eines Telephonogramms den Elektromagneten von neuem über den Draht laufen, so wird infolge des remanenten Magnetismus desselben der Eisenkern ziemlich stark magnetisch induziert, schätzungsweise nach obigen Ausführungen auf 8000 *cgs*.

Man befindet sich somit jedenfalls auf einer Stelle der Magnetisierungskurve mit kleiner Permeabilität, wo also verhältnismässig grosse Schwankungen der magnetomotorischen Kraft,

1) Vgl. diese Zeitschrift **2**, 125, 1900.
2) Vgl. diese Zeitschrift **1**, 470, 1900.

relativ kleine Schwankungen des Kraftlinienflusses, d. h. kleine Amplituden der dem Drahte aufzuprägenden magnetischen Wellen hervorbringen können.

Da es zur Erzielung grosser Lautstärke möglichst grosser Amplituden bedarf, so hat man dafür zu sorgen, dass sich die Schwankungen der magnetomotorischen Kraft, wie sie von den Mikrophonströmen in den Magnetwindungen erzeugt werden, auf einem möglichst steilen Teil der Magnetisierungskurve bethätigen können.

Das wird durch die Einschaltung eines Elementes in den Schreibstromkreis in der Weise erreicht, dass der von dieser elektromotorischen Kraft erzeugte Strom den von dem Stahldrahte in den Eisenkernen induzierten Magnetismus grade kompensiert.

In dem oben angenommenen Falle hätten wir eine solche elektromotorische Gegenkraft anzuwenden, dass die im Eisen induzierte Kraftliniendichte von 8000 *cgs* grade kompensiert würde.

Die Magnetisierungskurve des weichen Eisens zeigt, dass dies durch eine Feldstärke von $\mathfrak{H} = 3$ *cgs* ca. zu erreichen ist. Eine solche Feldstärke erfordert aber bei den oben gewählten Verhältnissen einen Strom von $i_1 = 0{,}0024$, der durch eine elektromotorische Kraft von ca. 1 Volt geliefert werden würde.

Denn es ist: $i_1 = \frac{10 \cdot 3}{4 \pi N} = \frac{e_1}{w_1}$

wobei

w_1 = Widerstand der sekundären Spule des Transformators = 200
+ Widerstand des Elektromagneten = 200

also 400 Ohm beträgt.

Demnach: $e_1 = 400 \cdot 0{,}0024 =$ ca. 1 Volt.

In der Praxis wird nun im vorliegenden Falle ein Trockenelement angewendet und es beträgt die günstigste Polarisationsstromstärke nach Messungen an einem Milli-Amperemeter bei ruhender Trommel 0,002 — 0,003 *A*. Die Übereinstimmung ist in Anbetracht der Unsicherheit der oben angeführten Schätzungen recht befriedigend und scheint die Richtigkeit der angestellten Überlegungen darzuthun.

Wie aus der Hysteresiskurve von Stahl zu ersehen ist, wirkt die magnetomotorische Gegenkraft von 3 *cgs* auf den remanenten Magnetismus des Stahldrahtes so gut wie gar nicht zurück.

Von der Hysteresis des Eisens kann abgesehen werden, da es sich bei der Aufnahme des Telephonogramms um keine cyklischen Prozesse, sondern nur um Oscillationen der Magnetisierung handelt. Man dürfte daher für unsere Betrachtungen eine mittlere Magnetisierungskurve zu Grunde legen.

Es sei hier darauf hingewiesen, dass die obigen Betrachtungen den Thatsachen vielleicht nicht vollständig, sondern nur verhältnismässig entsprechen. Wir haben es mit sehr kurzen Magneten zu thun. Da der im Eisen resp. Stahl zurückgelegte Kraftlinienweg im Verhältnis zu dessen ganzer Länge sehr kurz ist, müssen wir wahrscheinlich mit einer viel grösseren Entmagnetisierung rechnen. Diese Verhältnisse sind sowohl für die Magnetkerne als auch für den Stahldraht in Betracht zu ziehen. Leider liegen genauere Angaben über die Magnetisierung bei sehr kurzen Stäben, sowie über die Entmagnetisierung quer magnetisierter Stahldrähte nicht vor.

Über die Vorgänge bei der Magnetisierung des Stahldrahtes durch die Sprechströme hoffe ich demnächst einige Untersuchungen mitteilen zu können.

Anfang November 1900.

(Eingegangen 14. November 1900.)

Nachtrag zu der Mitteilung über Wasserstoffsuperoxyd, Autoxydation und die Gaskette.

Von F. Haber.

Die im Titel genannte Mitteilung[1]) bedarf einer Ergänzung, die zugleich in einem Punkte eine Berichtigung darstellt.

Was das atomistische Schema anlangt, so ergänzen sich die beiden Gleichungen, die für den Mechanismus der Hydroperoxydelektrode[2]) gegeben wurden

$$H_2O_2 + O \underset{\longrightarrow}{\longleftarrow} H_2O + O_2 \qquad (1$$

$$O_2 \rightleftarrows O + O \qquad (2$$

mit der dritten

$$H_2O_2 \rightleftarrows H_2O + O \qquad (3$$

zu einem Cyklus und es ist zunächst ohne Belang, ob man 2) oder 3) als die Nebenreaktion betrachtet, welche mit 1) zusammen das Potential des Hydroperoxyds an platiniertem Platin in saurer Lösung bestimmt. Wesentlich ist für die Theorie dieser Elektrode nur der folgende Schluss:

Wenn die Gleichung (1 allein gälte, so wäre Hydroperoxyd nur Reduktionsmittel und es gäbe zwar Depolarisation der Sauerstoffelektrode durch Hydroperoxyd aber keine Katalyse dieser Substanz an platiniertem Platin. Wenn (2 oder (3 stets gleich rasch und leicht mit (1 verliefe, so gäbe es zwar katalytischen Zerfall des Hydroperoxydes, aber keine Depolarisation der Sauer-

1) Diese Zeitschrift **1**, 419, 1900.

2) Neue Bezeichnung für Wasserstoffsuperoxyd nach v. Baeyers und Villigers Nomenklatur. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1900, 2479.

stoffelektrode. Letztere ist aber beträchtlich. Somit ist (1 der rasche und leichte (2 [bezw. (3] der langsame oder schwer auslösbare Vorgang.

Die Bevorzugung von (2 gegenüber (3 ist dadurch bedingt, dass die Verhältnisse der Hydroperoxydelektrode zum Ausgangspunkt für die Betrachtung der „nassen" Autoxydationen gemacht werden. Auf diesem neuen Boden erscheinen die Beziehungen nasser zu trocknen Vorgängen besonders einfach, wenn man (2 und nicht (3 als Ergänzung von (1 wählt.

Ein bedeutsamerer und näher liegender Vorteil der Gleichung (2 vor der Gleichung (3 besteht darin, dass der Mechanismus der Sauerstoffelektrode in der Gaskette, soweit der Austritt und Eintritt von Sauerstoffgas in das Platin in Frage kommt, von vielen Fachgenossen schon seit längerer Zeit im Sinne dieser Gleichung betrachtet wird.

Statt der obigen Formeln kann man nun, da es sich bei nassen Vorgängen um Ionenaktionen handelt, unter Vermeidung der Sauerstoffatome schreiben:

$$H_2O_2 + 2(OH)' + 2F_{(++)} \rightleftarrows 2H_2O + O_2 \qquad (1a$$

$$O_2 \rightleftarrows 4(OH)' + 4F_{(++++)} \qquad (2a$$

$$H_2O_2 \rightleftarrows 2(OH)' + 2F_{(++)} \qquad (3a$$

wo F die elektrochemische Ladungseinheit von 96540 Coulomb ist.

Die Dynamik giebt dann sofort für die entsprechenden Werte der elektromotorischen Kraft (E)

$$E_{(1a)} = -\frac{RT}{2} \ln C_{H_2O_2} \cdot C^2_{(OH)} + \text{const} \qquad (1b$$

$$E_{(3a)} = -\frac{RT}{2} \ln \frac{C^2_{(OH)'}}{C_{H_2O_2}} + \text{const.}' \qquad (3b$$

und besteht hier Gleichgew. $[E_{(1a)} = E_{(3a)}]$, so folgt

$$E_{(1a)} = E_{(3a)} = -\frac{RT}{4} \ln C^4_{(OH)'} + \text{const}'' \qquad (2b$$

Das ist aber nach Nernst

$$E_{(2a)} = \frac{RT}{4} \ln \frac{C_{O_2}}{C^4_{(OH)}}. \qquad (2b'$$

Die thermodynamische Ableitung kommt also auf dasselbe hinaus, wie die atomistische: auf ein Gleichgewicht zwischen Wasser, Sauerstoff und Hydroperoxyd, sobald man bei (1 oder (3 bezw. (1a oder (3a Reversibilität gelten lässt.

Stellt man dieses Gleichgewicht nach van t'Hoffs Formulierungsart dar, so ergiebt sich die Nullgleichung

$$(4 \left\{ \begin{aligned} O &= \frac{RT}{2}\left[\ln k - \ln \frac{C^2_{H_2O_2}}{C_{O_2} \cdot C^2_{H_2O}}\right] \\ &= \frac{RT}{2}\left[\ln k' - \ln \frac{C_{H_2O_2} \cdot C^2_{(OH)'}}{C_{O_2} \cdot C^2_{H_2O}}\right] \\ &- \frac{RT}{2}\left[\ln k'' - \ln \frac{C^2_{(OH)'}}{C_{H_2O_2}}\right] \end{aligned} \right.$$

$$\left. \begin{aligned} &= \frac{RT}{2}\left[\ln k' - \ln \frac{C_{H_2O_2} \cdot C^2_{(OH)'}}{C_{O_2} \cdot C^2_{H_2O}}\right] \\ &+ \frac{RT}{2}\left[\ln k - \ln \frac{C^2_{(OH)'}}{C_{H_2O_2}}\right] \\ &- \frac{RT}{2}\left[\ln k'' - \ln \frac{C^4_{(OH)'}}{C_{O_2} \cdot C^2_{H_2O}}\right] \end{aligned} \right\} (5$$

Diese Gleichung (5) giebt aber nichts anderes als den Wert für $E_{(1a)} + E_{(3a)} - 2\,E_{(2a)}$, der in seinen Teilen zuvor unter der Annahme aus (1a, (2a, (3a abgeleitet war, dass gasförmiger Sauerstoff und Wasser als Phasen konstanter Zusammensetzung behandelt werden dürfen. In Worten ausgedrückt: Das Oxydations- und das Reduktionspotential des Hydroperoxydes zusammen stellen das Sauerstoffpotential dar.

Somit führt diese thermodynamische Betrachtung zu dem Ergebnis, dass es für feste Werte der Sauerstoffkonzentration und der Wasserdampfkonzentration nur einen stabilen Hydroperoxydwert giebt. Derselbe herrscht an der Sauerstoffelektrode und bleibt bei isothermen Vorgängen, welche das Arbeitsmaximum leisten, ungeändert, also wenn diese Elektrode reversibel arbeitet. Diese Hydroperoxydkonzentration spielt deshalb für die Dynamik der reversibel arbeitenden Sauerstoffelektrode keine Rolle, diese wird vielmehr durch den Ausdruck nach Nernst

$$E = \frac{RT}{4} \ln \frac{C_{O_2}}{C_{4(OH)'}}$$

durchaus gedeckt. Dasselbe gilt für die Dynamik aller Oxydationsvorgänge, bei welchen das Arbeitsmaximum geleistet wird und der Vorgang auf eine galvanische Kette der Form

Metall | Metallionen | Hydroxylionen | Sauerstoffelektrode

zurückgeführt werden kann.

Bei praktischen Vorgängen, die mit erheblichen Geschwindigkeiten ablaufen, können hingegen metastabile Zustände auftreten, ja es ist deren Auftreten nach einem von Ostwald aufgestellten allgemeinen Prinzip zu erwarten. Der hier in Frage kommende metastabile Zustand ist ein Wachstum der Hydroperoxydkonzentration über den Gleichgewichtswert hinaus. Die Möglichkeit dafür gewährt der Umstand, dass 1 oder 1a einerseits, 2 oder 2a bezw. 3 oder 3a anderseits ungleich leicht und rasch vor sich gehen.

Wenn diese Ungleichheit in den Geschwindigkeitsverhältnissen und in der Leichtigkeit, mit der die Teilvorgänge sich auslösen, nicht bestände, so gäbe es überhaupt in Gegenwart von Wasser und Sauerstoff keine experimentell realisierbaren Unterschiede der Hydroperoxydkonzentration bei konstanter Temperatur, während es bekanntlich möglich ist, rein wässrige Hydro-

peroxydlösungen mit den wechselndsten Gehalten herzustellen und aufzubewahren.

Auf diese Geschwindigkeitsunterschiede führe ich erstens die Erscheinungen an einer platinierten Platinelektrode zurück, die in Hydroperoxydlösung taucht, im Zusammenhang damit zweitens die Erscheinungen der Hydroperoxydkatalyse durch fein verteiltes Platin, ferner drittens die kathodische Bildung von Hydroperoxyd unter den Verhältnissen, die Traube und Richarz und Lonnes studiert haben, schliesslich die typischen „nassen" Autoxydationsvorgänge.

Die eingangs als erforderlich bezeichnete Berichtigung ist damit gegeben. Sie bezieht sich, wie man durch den Vergleich erkennt, auf den Umstand, dass die Einzelglieder der Differenz auf der rechten Seite von Gleichung 4 nicht als selbständige, sondern als voneinander abhängige thermodynamische Funktionen zu behandeln sind. Wird der Wert des einen Einzelgliedes Null, so wird es auch der des anderen. Auf die Geschwindigkeit bezw. die leichtere oder schwerere Auslösbarkeit der Teilvorgänge kommt es an. Ein galvanisches Element, welches den typischen Autoxydationsvorgang

$$Pb + O_2 + H_2SO_4 = PbSO_4 + H_2O_2$$

mittels der Anordnung

Blei	Bleisulfat	Sauerstoff Schwefelsäure	Indifferente Kathode

realisieren soll, darf nicht mit unendlich schwachem Strom reversibel betrieben gedacht werden. Denn alsdann würde das Arbeitsmaximum gewonnen werden und

$$2Pb + O_2 + 2H_2SO_4 = 2PbSO_4\ 2H_2O$$

verwirklicht werden.

Deshalb ist in der im Titel genannten Abhandlung die Vorstellung gewählt, dass dieses und analoge Elemente kurzgeschlossen arbeiten. Auch ist im zweiten, atomistischen Teil die Geschwindigkeit und Auslösbarkeit der Teilvorgänge als das massgebliche Moment besonders betont. Der hier berichtigte Mangel in der thermodynamischen Behandlung, hat indessen verschuldet, dass dieser Grundgedanke an einigen Stellen des ersten Teils verwischt erscheint. So ist es erforderlich, ohne Änderung des Grundgedankens manches Einzelne anders zu fassen. Ich verweise diesbezüglich auf die Serie von Mitteilungen wesentlich experimenteller Art, die ich an anderer Stelle über hierher gehörige Erscheinungen begonnen habe.[1])

1) Zeitschr. f. physikal. Chem. **34**, 513, 1900; **35**, 81, 1900, zu letzterem ebenda ein Nachtrag.

Karlsruhe, Chem. Techn. Institut der Hochschule.

(Eingegangen 19. November 1900.)

Ionenschuss, innere Ladungen, Kraft- und Stromlinien in durchströmten Gasen.[1])

Von J. Stark.

1. Ionenschuss. — In vielen Fällen ist die elektrische Strömung in Gasen genau analog derjenigen in Elektrolyten. Sie besteht in einer Gegenwanderung von positiven und negativen Teilchen unter dem Einfluss der elektrischen Kraft; bei dieser Wanderung der Ionen hat deren Geschwindigkeit die gleiche Richtung wie die Kraft und ihre Grösse ist proportional der Kraft.

Ist i_p der Strom der positiven Ionen, i_n derjenige der negativen, i_g der Gesamtstrom, X die Kraft, π die positive, ν die negative, λ die gesamte Leitfähigkeit, so gelten für die stationäre Ionenwanderung in einem linearen Leiter mit dem Querschnitt Eins die folgenden Gleichungen:

$$i_p = \pi X;\ i_n = \nu X;\ i_g = i_p + i_n = (\pi + \nu) X = \lambda X$$

Treten in dem durchströmten Gase innere Spannungsdifferenzen ∂V_i auf und ist V_g der Wert der gesamten Spannung, so ist

$$X = -\left(\frac{\partial V_g}{\partial x} - \frac{\partial V_i}{\partial x}\right).$$

Die allgemeine Gleichung der Ionenwanderung ist darum bei Anschluss anderer als elektrischer Kräfte

$$i_g = -\lambda\left(\frac{\partial V_g}{\partial x} - \frac{\partial V_i}{\partial x}\right);$$

λ bezw. π und ν können räumlich variabel sein. Diese Gleichung möchte ich an die Stelle einer früheren[2]) nicht exakten treten lassen.

Die Erscheinungen der elektrischen Strömung in Gasen lassen sich nun noch nicht alle erschöpfend durch die Wanderung der Ionen erklären und darstellen. Da in Gasen der Bewegungswiderstand für ein wanderndes Ion relativ klein und die freie Weglänge relativ gross ist, so ist es möglich, dass das wandernde Ion die Geschwindigkeit, die es auf einer Wegstrecke erlangt hat, in den folgenden Querschnitten zum Teil noch beibehält, abgesehen von der Geschwindigkeit, die es in diesen durch die hier herrschenden Kräfte neu gewinnt. Ich habe diese Erscheinung an früheren Stellen[3]) mit Ionenschuss bezeichnet. Und dieser Name soll im folgenden beibehalten werden zur Bezeichnung der mit Beschleunigung und Trägheit verbundenen Bewegung der Ionen zum Unterschied von der gleichförmigen Bewegung, der Ionenwanderung.

Die elektrische Strömung, welche der Ionenschuss darstellt, lässt sich zusammensetzen aus zwei Teilen, einem Leitungs- und einem Kon-

1) Ausführliche Abhandlung wird in den Annalen der Physik erscheinen.
2) Diese Zeitschrift **1**, 440, 1900.
3) Diese Zeitschrift **1**, 441, 1900. Ann. d. Phys. **3**, 505, 1900.

vektionsstrom. In einem Leiterstück ∂x wandern nämlich einmal Ionen unter dem Einfluss der an Ort und Stelle herrschenden elektrischen Kraft, ihre in ∂x erlangte Geschwindigkeit ist proportional dieser Kraft (Leitungsstrom i_g); ausserdem können durch das Leiterstück Ionen mit einer Geschwindigkeit c fliegen, welche sie in vorausgehenden Querschnitten erlangt haben (Konvektionsstrom). Ist c_p die Konvektionsgeschwindigkeit der positiven, c_n diejenige der negativen Ionen, ϱ_p die Elektrizitätsmenge der an der Konvektion beteiligten positiven Ionen in der Volumeneinheit, ϱ_n diejenige der negativen, $\mathfrak{J}_p$ die Stärke des positiven Stromes beim Ionenschuss, $\mathfrak{J}_n$ diejenige des negativen, $\mathfrak{J}_g$ diejenige des Gesamtstromes, so gelten folgende Gleichungen im stationären Zustande bei Ausschluss anderer als elektrischer Kräfte

$$\mathfrak{J}_p = i_p + \varrho_p c_p = -\pi\left(\frac{\partial V_g}{\partial x} - \frac{\partial V_i}{\partial x}\right) + \varrho_p c_p,$$

$$\mathfrak{J}_n = i_n + \varrho_n c_n = -v\left(\frac{\partial V_g}{\partial x} - \frac{\partial V_i}{\partial x}\right) + \varrho_n c_n,$$

$$\mathfrak{J}_g = \mathfrak{J}_p + \mathfrak{J}_n = -\lambda\left(\frac{\partial V_g}{\partial x} + \frac{\partial V_i}{\partial x}\right) + \varrho_p c_p + \varrho_n c_n.$$

ϱ_p, ϱ_n, c_p, c_n sind Funktionen der vor dem betreffenden Querschnitt herrschenden elektrischen Kräfte und der Dichte des Gases.

Die vorstehenden Gleichungen enthalten den reinen Leitungsstrom für den Fall, dass $c_p = c_n = 0$ ist, und den reinen Konvektionsstrom für den Fall, dass die elektrische Kraft Null ist. Von dem Rowlandschen mechanischen Konvektionsstrom unterscheidet sich der hier in das Auge gefasste dadurch, dass gleichzeitig ein positiver und ein negativer Konvektionsstrom vorhanden sein können.

Ein einfacher Fall des Ionenschusses liegt dann vor, wenn auf einer längeren Strecke $\varrho_p = \varrho_n = Ne$ (e Ladung des Ions), $c_p = const$, $c_n = const$, $X = \left(\frac{\partial V_g}{\partial x} - \frac{\partial V_i}{\partial x}\right) = const$ und darum $p = n = N$ (p positive, n negative spez. Ionenzahl) ist. Man hat dann (v_p Beweglichkeit der positiven Ionen, v_n der negativen)

$$I_g = Ne\,(v_p + v_n)\,X + Ne\,(c_p + c_n) = Ne\,[X\,(v_p + v_n) + c_p + c_n].$$

Dieser Fall liegt wahrscheinlich vor in der positiven ungeschichteten Lichtsäule in engen Röhren bei Drucken unter 1 mm.

Besondere Erscheinungen treten in dem Falle auf, dass $\left(\frac{\partial V_g}{\partial x} - \frac{\partial V_i}{\partial x}\right)$ oder die elektrische Kraft räumlich variabel ist. Eine derselben, das Zustandekommen innerer wahrer Ladungen, ist im nachstehenden Abschnitt behandelt.

Hier sei noch auf folgendes hingewiesen. An einer früheren Stelle[1]) habe ich dargelegt, dass eine räumliche Variation der Stärke des positiven und des negativen Stromes eine Änderung der Konzentration der Ionen in durchströmten Leitern bewirkt. Eine solche räumliche Variation kann einmal dadurch bewirkt werden, dass die positive und die negative Leitfähigkeit räumlich in verschiedener Weise variieren; sodann aber auch durch den Ionenschuss. $I_p = \pi X + \varrho_p c_p$ und $I_n = v X + \varrho_n c_n$ können durch das erste oder das zweite Glied Funktionen der Koordinate werden.

2. Innere Ladungen. — Die Versuche mit Querströmen lehren, dass das der Messung sich darbietende Gesamtgefälle der Spannung $\left(\frac{\partial V_g}{\partial x}\right)$ in durchströmten Gasen nicht umgekehrt proportional ist der Leitfähigkeit. Ich habe dies mit dem Auftreten innerer Spannungsdifferenzen (∂V_i) erklärt[2]).

Die räumliche Variation der Leitfähigkeit, die sich mittels Querströme feststellen lässt, besteht in einer räumlichen Variation der Konzentration der freien Ionen. Durch dieses Konzentrationsgefälle werden in Gasen zweifellos, wie in Elektrolyten, innere Spannungsdifferenzen erzeugt; doch selbst unter den günstigsten Annahmen berechnet sich das von dem Konzentrationsgefälle herrührende innere Gefälle der Spannung nicht so gross, wie wir es aus kombinierten Messungen des Gesamtgefälles und der transversalen Leitfähigkeit erwarten dürfen.

Im Ionenschuss nun müssen wir eine andere Ursache des Zustandekommens innerer Spannungsdifferenzen sehen. Er bewirkt nämlich das Auftreten innerer wahrer Ladungen.

Ionenwanderung bringt in einem linearen Leiterstück ∂x keine wahre Ladung hervor; denn sie führt gleichviele positive und negative Ionen zu und weg. Soll in dem Leiterstück ein Überschuss z. B. der negativen Ionen über die positiven sich ergeben, so müssen durch den einen Querschnitt mehr negative Ionen eintreten als durch den andern austreten, während das gleiche für die positiven Ionen nicht der Fall sein darf. Dies wird dadurch erreicht, dass negative Ionen in vorausgehenden Querschnitten unter der Wirkung der elektrischen Kraft eine beträchtliche Geschwindigkeit annehmen, mit dieser in das Leiterstück ∂x hineinfliegen, hier durch Zusammenstoss ihre Geschwindigkeit zum Teil einbüssen und nicht wieder durch die hier herrschende Kraft gewinnen, aus dem Grunde, weil diese hier kleiner ist, als in den vorausgehenden Querschnitten.

Zum Zustandekommen einer inneren Ladung

1) Diese Zeitschrift **2**, 4; 1900. Ann. d. Phys. **3**, 510, 1900.
2) Diese Zeitschrift **2**, 5; 1900. Ann. d. Phys. **3**, 507, 1900.

gehören demgemäss drei Dinge: Ionenschuss, Sinken der elektrischen Kraft in der Richtung des Ionenschusses, Geschwindigkeitsverminderung durch Zusammenstoss. Die Ansammlung der Ionen einer Art wird unter diesen Umständen nicht neutralisiert durch eine Ansammlung von Ionen der andern Art am gleichen Orte, vielmehr unterstützt, indem diese auf einem Teil der Strecke, auf welcher in ihrer Bewegungsrichtung die elektrische Kraft ansteigt, infolge des Ionenschusses in grösserer Zahl aus dem Leiterstück dx hinaus-, als in dasselbe hineinwandern.

Allgemein lässt sich sagen: Da wo in der Bewegungsrichtung der Ionen einer Art die elektrische Kraft von grossen zu kleinen Werten sinkt, entsteht eine wahre Ladung gleicher Art. An Stellen also, wo in der Richtung von der Anode zur Kathode die elektrische Kraft sinkt bezw. steigt, entsteht eine wahre positive bezw. negative Ladung. Die Dichte der Ladung besitzt im stationären Zustand einen zeitlich konstanten Wert; es verschwindet dann beständig ebensoviel Ladung als neu erzeugt wird.

Ein einfaches Beispiel für das Vorstehende bietet folgender Fall. Der Querschnitt einer Entladeröhre sei an einer Stelle in der positiven Lichtsäule verengt; es ist dann die elektrische Kraft, wie in einer demnächst in den Annalen der Physik erscheinenden Mitteilung dargelegt ist, an der engen Stelle grösser als in den auf beiden Seiten liegenden weiten Querschnitten. Auf der Anodenseite der Verengung muss darum eine negative, auf der Kathodenseite eine positive Ladung auftreten.

Da in der Glimmentladung, besonders in der geschichteten, die elektrische Kraft im allgemeinen räumlich variiert, so treten in ihr ebenfalls innere wahre Ladungen auf; und zwar bildet sich auf der Anodenseite eines Kraftmaximums eine negative Ladung, auf der Kathodenseite eine positive. Wie indes im einzelnen die Verhältnisse liegen, darauf kann hier nicht eingegangen werden; es sollen nur folgende Sätze mitgeteilt werden.

Die Schichtung hängt auf das innigste zusammen mit den inneren Ladungen, die durch Ionenschuss zu stande kommen. Die Dissymetrie, welche die Schichtung und überhaupt die Glimmentladung zeigt, ist eine Folge des Unterschiedes der Geschwindigkeiten der positiven und der negativen Ionen. In einem Teil des dunklen Trennungsraumes tritt eine negative Ladung auf; dieser rührt her von dem Schuss negativer Ionen, die im Kathodengefälle eine grosse Geschwindigkeit erlangen. Im dunklen Kathodenraum befindet sich ebenfalls eine negative Ladung; diese kommt durch den gegen die Kathode gerichteten Schuss positiver Ionen zu stande. Unmittelbar an den Elektroden werden ungleichnamige Ladungen dadurch erzeugt, dass ungleichnamige Ionen infolge der an jenen grossen Kraft gegen sie hinschiessen und gleichnamige von ihnen wegfliegen.

Endlich sei noch auf folgendes aufmerksam gemacht. Wenn an einer Stelle der Entladebahn ein Maximum oder Minimum der elektrischen Kraft aus irgend einem Grund sich bildet, so bewirkt der Ionenschuss, dass es erhalten bleibt. Er führt nämlich aus dem Gebiet des Maximums mehr positive und negative Ionen heraus, als er hineintreibt, und schleudert in das Gebiet des Minimums mehr positive und negative Ionen, als er heraustreibt. Er sucht also im Minimum die Konzentration der freien Ionen beständig zu erhöhen und damit die Kraft zu vermindern, während er im Maximum die umgekehrte Wirkung hervorbringt. Im stationären Zustand muss Gleichgewicht herrschen zwischen dieser Wirkung, der Diffusion der Ionen und der ionisierenden Wirkung[1]) der bewegten Ionen.

Die hier gekennzeichnete Wirkung des Ionenschusses ist übrigens identisch mit der früher beschriebenen bereits oben erwähnten, die sich aus der räumlichen Variation des positiven und des negativen Stromes ergiebt.[2])

3. Kraftlinien und Stromlinien. — An früheren Stellen[3]) habe ich bereits darauf hingewiesen, dass beim Ionenschuss die Stromlinien (Bahnen der bewegten elektrischen Teilchen) nicht mehr senkrecht zu den Niveauflächen der Spannung zu verlaufen brauchen. Dieser Gedanke soll hier näher ausgeführt werden; magnetische Kräfte seien dabei ausgeschlossen.

Die Stromlinien verlassen dann die Richtung der Kraftlinien, wenn die sich bewegenden Teilchen eine Anfangsgeschwindigkeit (c) senkrecht zu den Kraftlinien besitzen und sie erst nach einiger Zeit durch Zusammenstösse einbüssen oder wenn ihre Centrifugalkraft einen beträchtlichen Wert annimmt. Ein augenfälliges Beispiel für den ersten Fall liefern die Kathodenstrahlen. Hier soll der zweite Fall näher betrachtet werden. Es sollen also Kraft- und Stromlinien gekrümmt sein.

Die Centrifugalkraft, die an einem Ion mit der Masse m_p bezw. m_n, der Ladung e und der Geschwindigkeit $\left(\frac{ds}{dt}\right)_p$ bezw. $\left(\frac{ds}{dt}\right)_n$ auftritt, ist für die Krümmung $\frac{1}{r}$ der Bahn (s): $\frac{m_p}{r_p}\left(\frac{ds}{dt}\right)_p^2$ bezw. $\frac{m_n}{r_n}\left(\frac{ds}{dt}\right)_n^2$. Im stationären Zustand muss dieser Centrifugalkraft das Gleichgewicht gehalten

1) Diese Zeitschrift **2**, 17, 1900.
2) Diese Zeitschrift **2**, 4, 1900. Vgl. oben S. 133.
3) Diese Zeitschrift **1**, 431, 441, 1900.

werden durch die zur Strombahn s_p bezw. s_n senkrecht wirkende Komponente der elektrischen Kraft K. Es muss also sein $\frac{m_p}{r_p}\left(\frac{ds}{dt}\right)_p^2 = eK\sin(s_p, K)$ bezw. $\frac{m_n}{r_n}\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = eK\sin(s_n, K)$.

Ist also die Entladebahn gekrümmt, so fallen beim Ionenschuss die Strom- und die Kraftlinien nicht mehr zusammen und darum auch nicht die Niveauflächen der Spannung und der Strömung. Es werden im allgemeinen auch die Bahnen der positiven und der negativen Ionen von der Centrifugalkraft zu einer kleinen Abweichung voneinander gebracht.

Bei dem reinen Leitungsstrom ist die Stellung der Niveauflächen der Spannung in einer gekrümmten Entladebahn, gleichmässige Verteilung der Leitfähigkeit vorausgesetzt, unabhängig von der Grösse der Leitfähigkeit und der Stromrichtung. Dies gilt beim Ionenschuss nicht mehr. Vor bezw. nach dem Querschnitt, welcher die grösste Krümmung enthält, tritt am äusseren Rande der Entladebahn infolge der Centrifugalkraft eine kleine Ladung auf, und sind die lebendigen Kräfte der positiven und der negativen Ionen verschieden, so muss bei Umkehrung der Stromrichtung die Stellung der Niveauflächen sich etwas ändern.

Wegen der Kleinheit der Geschwindigkeiten der Ionen in Elektrolyten und Metallen ist es zweifelhaft, ob es gelingen wird, in diesen Leitern die eben gekennzeichnete elektrische oder eine mechanische Wirkung der Centrifugalkraft der Ionen nachzuweisen. Dagegen können wir sie in verdünnten Gasen erwarten. Nach unseren Erfahrungen ist in diesen die Geschwindigkeit der negativen Ionen beträchtlich grösser, als diejenige der positiven. Darum treten die hier ins Auge gefassten Wirkungen des Ionenschusses vorzüglich an den negativen Ionen auf.

E. Goldstein[1]) hat folgendes beobachtet. Ist in einer engen Entladeröhre der Teil, welcher die positive Lichtsäule enthält, gekrümmt, so tritt an der nach der Anode zu gelegenen Partie der nach innen konkav gekrümmten Glaswand eine schwache Fluorescenz auf.

Diese Fluorescenz wird nach dem Vorausgehenden dadurch verursacht, dass die schnell dahinschiessenden negativen Ionen von der Centrifugalkraft aus der Richtung der Kraftlinien heraus gegen die Glaswand geschleudert werden.

1) Goldstein, Wied. Ann. **12**, 107, 1881.

Göttingen, 10. November 1900.

(Eingegangen 21. November 1900.)

VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN VON DER 72. NATURFORSCHERVERSAMMLUNG ZU AACHEN.

F. Richarz und O. Krigar-Menzel. Bemerkungen zu dem Bericht des Herrn C. V. Boys auf dem internationalen Kongress zu Paris über die Gravitationskonstante. (Vorgetragen von F. Richarz.)

Wir haben aus bestimmten Gründen den Wunsch, die Bemerkungen, die wir zu dem Bericht des Herrn Boys nach Paris eingeschickt haben, hier zu wiederholen.

Mit den allgemeinen Bemerkungen des Herrn Boys über die Gravitationskonstante und die Berechnung der Dichtigkeit der Erde sind wir durchaus einverstanden. Sie stimmen überein mit dem, was ich in den Jahren 1889 und 1898 in der Astronomischen Vierteljahresschrift darüber gesagt habe. An diesen Stellen sind übrigens auch noch einige weitere Überlegungen über diese Fragen zu finden.

Was die speziellen Bemerkungen betrifft, so müssen wir uns vor allem gegen einen Rechenfehler wehren, der Herrn Boys in Bezug auf den Genauigkeitsgrad unserer Versuche passiert ist. Er giebt den Unterschied zweier Gruppen von Versuchen bei uns zu 7‰ an, während derselbe nur 5‰ ist, und darauf kommt es sehr wesentlich an; denn wäre 7‰ richtig, so wäre unsere Angabe des wahrscheinlichen Fehlers der Dichtigkeit der Erde

$$\Delta = 5{,}505 \pm 0{,}009$$

illusorisch, was thatsächlich keineswegs der Fall ist. An seine Kritik knüpft Herr Boys Verbesserungsvorschläge für unsere Methode an. Dieselben decken sich zum Teil mit unseren eigenen, die wir am Schlusse unserer Arbeit in einem Bericht an die Akademie niedergelegt haben, der aber nicht zur Publikation bestimmt war. Andere allerdings sind auch in unserer ausführlichen Publikation enthalten. Auf einen derselben möchte ich eingehen.

Die Grenze der Genauigkeit war zum Teil durch die Temperaturdifferenzen in dem Beobachtungslokal gegeben. Herr Boys schlägt deshalb vor, in einen noch tieferen Raum hinein zu gehen. Damit würden wir nicht einverstanden

sein; denn in tief gelegenen Räumen hat man grosse Schwierigkeiten zufolge des Feuchtigkeitsgehalts der Luft. Wir haben unsern Raum mit konzentrierter Schwefelsäure austrocknen müssen. Wir würden jedem, der eine konstante Temperatur braucht, etwa eine solche Anordnung empfehlen, wie sie in dem Komparatorsaal des Kais. Normal-Aichungsamtes in Berlin vorhanden ist; der Saal kommt nirgends mit der äusseren Luft in Berührung und hat eine zweifache Wandung, deren Zwischenraum auf konstanter Temperatur gehalten werden kann.

Weiter äussert Herr Boys ein Misstrauen gegen die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate. Aber sie erscheint doch wohl besser, als die Methode des Herrn Boys; er stellt nämlich seine Beobachtungen zusammen, sucht die besten aus und verwirft einfach die andern. Wie leicht sich da ein Irrtum einschleichen kann, zeigen z. B. die Versuche von Cornu und Baille, die die Dichtigkeit der Erde auch mit der Drehwage bestimmt haben; sie fanden aus der einen Gruppe von Beobachtungen den Wert 5,56, aus der andern 5,50. Diesen zweiten Wert verwarfen sie vollständig und behielten den ersten bei. Nun liegt nach den gegenwärtigen Resultaten der richtige Wert wohl ziemlich sicher zwischen dem unsrigen 5,505, und 5,527, den die Versuche von Boys mit der Drehwage gegeben haben. Der Wert 5,50 wäre also besser gewesen, als der andere; natürlich wäre es allein richtig gewesen, beide Werte beizubehalten. Herr Boys bezeichnet als Vorzug seiner Methode die gute Übereinstimmung, welche die Ablenkung seiner Drehwage bei den verschiedenen Beobachtungen zeigt, während unsere Wägungen einen solchen Grad von Übereinstimmung nicht zeigen. Aber bei uns sind andererseits die zur Verwendung kommenden Massen und ihre Abstände relativ gross, so dass sie mit einer Sicherheit bestimmt werden können, die weit über die der eigentlichen Gravitationswirkung, nämlich der Gewichtsdifferenzen hinaus geht.

Bei den neueren Versuchen mit der Drehwage gravitieren dagegen verhältnismässig kleine Massen in kleinen Abständen, und bei diesen Versuchen kommt die Sicherheit dieser Abstände ganz erheblich in Betracht, und wenn inhomogene Stellen in den Massen vorhanden sind, so kann es vorkommen, dass die Messung der Abstände von illusorischer Sicherheit wird. Was weiter die gute Übereinstimmung der verschiedenen Bestimmungen mit der Drehwage betrifft, so kommt es nach unserer Meinung wesentlich darauf an, dass man mit verschiedenen Methoden Werte von guter Übereinstimmung bekommt. Stellen wir einmal die Werte zusammen, welche den besten neueren Bestimmungen entsprechen:

Poynting (gewöhnliche Wage):	5,493
Spandauer Versuche (Wage mit 2×2 Schalen):	5,505
Drehwage von Boys und Pater Braun:	5,527
Wilsing mit besonders konstruiertem Pendel:	5,577

Die Übereinstimmung ist zwar besser, als sie vor etwa zehn Jahren war; aber sie ist doch nicht so, wie man es nach Maassgabe der Zuverlässigkeit der Methoden in sich erwarten dürfte. Man wird daher nach Erklärungen dafür suchen müssen, und wird auch suchen müssen, die Nichtübereinstimmung zu beseitigen. Einen Grund dafür will ich, jedoch nur als Vermutung, angeben.

Die Versuche sind sämtlich in höheren Breiten angestellt, wo die vertikale Komponente der magnetischen Kraft über ihre horizontale überwiegt. Nehmen wir nun an, dass Spuren magnetischen Materials vorhanden waren, so würde es darauf ankommen, ob die gravitierenden Massen vertikal übereinander oder horizontal neben einander sich befanden. Bei den Wägeversuchen befanden sie sich immer vertikal über einander. Hier würden wir die Gravitationskonstante zu gross erhalten und Δ daher zu klein. Bei Versuchen mit der Drehwage befinden sich die Massen nebeneinander, und ebenso bei dem Pendel von Wilsing. Hier würde die magnetische Polarisation so wirken, dass man einen zu kleinen Wert der Gravitationskonstante und einen zu grossen Wert von Δ erhalten würde. Bei Wilsing waren die fest stehenden Massen noch dazu Eisenmassen; vielleicht rührt daher die grössere Abweichung. Jedoch wie gesagt, das ist nur eine Vermutung; jedenfalls aber ist die Frage erst abgeschlossen, wenn nach verschiedenen Methoden derselbe Wert gewonnen wird.

Keine Diskussion.

(Von den Vortragenden durchgesehenes Referat von Dr. B. Borchardt.)

(Eingegangen 3. November 1900.)

REFERATE ÜBER DIE BERICHTE DES INTERNATIONALEN PHYSIKERKONGRESSES ZU PARIS.

P. Villard, Die Kathodenstrahlen. 23 Seiten.

Herr Villard hat versucht in seinem Referat eine gedrängte Übersicht über das Gebiet der Kathodenstrahlen und der damit zusammenhängenden Erscheinungen (Kanalstrahlen, Röntgenstrahlen) zu geben. Fragt man sich, ob es Verfasser gelungen ist, seiner Aufgabe in einigermassen befriedigender Weise gerecht zu werden, so kann die Antwort, glaube ich, nur negativ ausfallen. Die Vollständigkeit lässt überall zu wünschen übrig; den Aussagen auf der einen Seite wird häufig bereits auf der nächsten widersprochen; z. B. wird bei der Besprechung der Emissionshypothese (ballistische Hypothese) ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Strahlteilchen von sämtlichen bekannten materiellen Teilchen verschieden sein müssten und doch spricht Verfasser zum Schluss gleichsam als Krönung des Ganzen die Ansicht aus, „man könne es als eine ganz annehmbare Hypothese betrachten, dass die strahlende Materie aus Wasserstoff bestehe." Andere nicht minder krasse Widersprüche sollen bei Besprechung der einzelnen Abschnitte des Referates aufgedeckt werden.

Verfasser beginnt mit einer kurzen Besprechung der beim Evakuieren einer Röhre auftretenden Erscheinungen bis zum Auftreten der Kathodenstrahlen. Dann folgen Betrachtungen über die eigentümlichen Widerstandsverhältnisse einer Entladungsröhre, wobei die Diskontinuität des Stromes auf Grund der Versuche von M. Cantor[1]) als Thatsache hingestellt wird. Ein grosses Fragezeichen scheint mir hier einstweilen noch am Platze. Dass ein Gas unterhalb einer gewissen Spannung überhaupt nicht leitet, ist nach den neueren Versuchen der Herren Elster und Geitel[2]), wohl auch nur cum grano salis zu verstehen (die zitierten Versuche des Herrn Bouty[3]) scheinen mir über bereits Bekanntes kaum hinauszugehen). Zum Schluss der Einleitung wird der Einfluss einer Erhitzung der Kathode auf das Gefälle sowie die Erscheinung der Querströme besprochen.

Es folgt nunmehr die Besprechung der Kathodenstrahlen; die beim Evakuieren eintretende Änderung der Ausbreitung des Glimmlichtes sowie der von einer Hohlkathode ausgehenden Strahlung wird an Hand einer von Crookes[4]) gegebenen Darstellung besprochen. Obgleich hierbei ausdrücklich darauf hingewiesen wird, dass der Schnittpunkt des von der Hohlkathode ausgehenden Bündels sich mit abnehmendem Druck von der Kathode entfernt, wird wenige Zeilen weiter gesagt, dass die Strahlen sich genau geradlinig fortpflanzen. (Thatsächlich ist diese Geradlinigkeit in dem elektrischen Felde in der Nähe der Kathode nicht vorhanden; sonst wäre auch das Fortrücken des Schnittpunktes unverständlich.)

1) Wied. Ann. **67**, 481, 1899.
2) Phys. Zeitschr. **1**, 11, 1899.
3) J. de phys. **9** (Ser. 3), 10, 1900.
4) Phil. Trans. **170**, 135, 1879.

Die folgenden Spezialbetrachtungen mögen mit ihren jeweiligen Überschriften hier besprochen werden:

Phosphorescenzvorgänge: Enthält die Aufzählung einer Reihe besonders stark phosphorescierender Körper.

Geradlinige Ausbreitung der Kathodenstrahlen: Hier folgert der Verfasser aus der Schärfe des Schattens eines in den Weg der Strahlen gebrachten Körpers, dass die Strahlen nur von einem Punkte der Kathode ausgehen. (Thatsächlich gehen, wenigstens bei nicht zu niedrigen Drucken, die Strahlen von der ganzen Kathode aus, aber von jedem Punkte nur in einer Richtung.)

Mechanische Wirkungen: Hier werden die bekannten Crookesschen Mühl- und Reaktionsrädchen als Beweis für einen mechanischen Effekt der Kathodenstrahlen angeführt (dass diese Versuche nicht beweisend sind, folgt aus einem, soviel ich weiss, von E. Wiedemann angegebenen Versuch, das Rädchen während des Stromdurchganges festzuhalten und erst nachher loszulassen. Es rotiert auch dann in demselben Sinne; offenbar haben wir es hauptsächlich mit einer blossen Wärmewirkung zu thun, die die Luftreste in Bewegung setzt. Dazu kommen noch elektrostatische Wirkungen unkontrollierbarer Art. Dass die theoretisch mögliche mechanische Einwirkung so klein ist, dass sie nur mit den allerfeinsten Hilfsmitteln beobachtet werden kann, ist neuerdings durch H. Starke[1]) theoretisch und experimentell nachgewiesen worden, doch war diese Arbeit zur Zeit der Abfassung des Villardschen Referates noch nicht publiziert).

Wärmewirkungen: Über die Wärmewirkungen weiss Verfasser bloss zu sagen, dass die Kathodenstrahlen Temperaturen bis zu 3600° hervorrufen können. Die messenden Untersuchungen von J. J. Thomson[2]) und W. Cady[3]) werden hier nicht genannt. Die Thomson-

1) Drudes Ann. **3**, 101, 1900.
2) Phil. Mag. **44**, 293, 1897.
3) Drudes Ann. **1**, 678, 1900.

schen Resultate werden allerdings weiter unten bei Berechnung der Geschwindigkeit besprochen.

Emission von Röntgenstrahlen: Die Fähigkeit der Elemente, unter dem Einfluss auftreffender Kathodenstrahlen Röntgenstrahlen zu emittieren wächst mit dem Atomgewicht (Roiti). (Ähnliche Versuche mit demselben Resultat sind auch vom Referenten[1]) angestellt.)

Chemische Wirkungen: Es wird die von Goldstein[2]) entdeckte Färbung bestrahlter Salze beschrieben, sowie die sich daran anschliessenden Arbeiten von E. Wiedemann und G. C. Schmidt[3]) (über die alkalische Reaktion) und von Elster und Geitel[4]) (über die photoelektrische Empfindlichkeit der gefärbten Salze). Verfasser knüpft daran die Besprechung einiger eignen Beobachtungen[5]) über die „reduzierende Wirkung der Kathodenstrahlen". (Ich halte es vorläufig noch für fraglich, ob man es hier mit einer spezifischen Wirkung der Kathodenstrahlen zu thun hat; es kann sich ebensogut um gewöhnliche Elektrolyse handeln. In dem angeführten Falle der Reduktion von Kupferoxyd zu Kupfer z. B. muss ja die von den Kathodenstrahlen transportierte negative Ladung durch die Oxydschicht hindurchfliessen und da alle Metalloxyde elektrolytische Leiter sind, so muss sich hierbei Kupfer an der Oberfläche ausscheiden).

Unter die chemischen Wirkungen wird natürlich auch die von Lenard entdeckte Ozonisierung der bestrahlten Luft gerechnet.

Magnetische Ablenkung: Bei Erwähnung der magnetischen Ablenkung und ihrer Abhängigkeit vom Gasdruck resp. vom Potential der Elektroden zitiert Verfasser einen Vergleich von Crookes, dass sich die Strahlen verhielten wie die Flugbahn eines Geschosses bei veränderlicher Ladung. (Thatsächlich führt Crookes in seiner bekannten Schrift „Über strahlende Materie" diesen Vergleich nur an, um ihn sogleich als unzutreffend wieder fallen zu lassen, er erklärt vielmehr die Zunahme der Ablenkung bei zunehmendem Druck fälschlich durch den wachsenden Reibungswiderstand des Gases). Bei der nun folgenden Besprechung der theoretischen Bahnkurve im Magnetfelde citiert Verfasser bloss J. J. Thomson[6]); thatsächlich ist die theoretische Berechnung schon viel früher von E. Riecke[7]) und A. Schuster[8]) ausgeführt worden. Es folgt die Besprechung der vom Referenten[9]) gefundenen Proportionalität zwischen dem Krümmungsradius der Bahn und der Quadratwurzel des Elektrodenpotentials, woraus die Konstanz von e/m folgt. Auch den von Birkeland, E. Wiedemann und Wehnelt beobachteten und von Poincaré berechneten Erscheinungen in divergenten Magnetfeldern wird eine ausführliche Besprechung gewidmet.

1) Verh. phys. Ges. Berlin **16**, 116, 1897.
2) Wied. Ann. **54**, 371, 1895; **60**, 491, 1897.
3) Wied. Ann. **54**, 262, 1895; **64**, 78, 1898.
4) Wied. Ann. **59**, 487.
5) Journ. d. phys.
6) l. c.
7) Wied. Ann. **13**, 191, 1881.
8) Proc. Roy. Soc. **37**, 317, 1884.
9) Wied. Ann. **61**, 544, 1897.

Elektrostatische Ablenkung der Kathodenstrahlen: Es werden die Untersuchungen von Goldstein[1]), Majorana, Perrin[2]), J. J. Thomson[3]), Kaufmann und Aschkinass[4]) besprochen.

Über die Einwirkung eines elektrischen Feldes in Richtung der Strahlen scheint Verfasser nur die Arbeit von Perrin zu kennen, der die zur Beschleunigung der Strahlen wirksame Potentialdifferenz zu 40000 Volt bestimmte; eine derartige Angabe hat natürlich gar keinen Wert, da ja die Potentialdifferenz, wie Verfasser einige Seiten früher selbst anführt vom Gasdruck u. s. w. abhängt. Die Arbeiten von Des Coudres[5]), Kaufmann[6]) und Lenard[7]), von denen die letzteren beiden die Erscheinung quantitativ behandeln, scheinen dem Verfasser entgangen zu sein.

Abwesenheit gegenseitiger Abstossung: Hier hätte durch eine sehr einfache Rechnung nachgewiesen werden können, dass eine solche auch theoretisch nicht zu erwarten. Von experimentellen Arbeiten werden genannt: Crookes, seine Widerlegung durch E. Wiedemann und Ebert, Bernstein, Villard.

Elektrisierung der Kathodenstrahlen: Die Thatsache eines Elektrizitätstransportes durch die Strahlen ist von J. Perrin zuerst mit Sicherheit festgestellt. Gleichwohl hätten wohl auch die beweiskräftigen Versuche von W. Wien[8]) und Lenard[9]), die in einem sonst völlig nichtleitenden Vakuum angestellt sind, hier erwähnt werden dürfen.

Elektrisierung der Entladungsröhren: Verfasser bespricht die Potentialverteilung in der Röhre, namentlich die bei grosser Verdünnung eintretende Konzentration des Gefälles auf die Umgebung der Kathode und führt zum Beweise einige von ihm ausgeführte Demonstrationsversuche an. Besser wäre es wohl gewesen, hätte Verfasser hier die zahlenmässigen Resultate erwähnt, die von Hittorf[10]), Warburg[11]), A. Herz[12]), Graham[13]) u. a. gefunden worden sind.

1) Berl. Akad. Ber. 1876.
2) C. R. **121**, 1130, 1895.
3) l. c.
4) Wied. Ann. **62**, 588, 1897.
5) Verh. phys. Ges. Berlin 1898.
6) Wied. Ann. **65**, 431, 1898.
7) Wied. Ann. **65**, 504, 1898.
8) Verh. phys. Ges. Ges. Berlin **16**, 165, 1897.
9) Wied. Ann. **64**, 279, 1898.
10) Wied. Ann. **7**, 553, 1879; **20**, 705, 1883.
11) Wied. Ann. **40**, 1, 1890.
12) Wied. Ann. **54**, 244, 1895.
13) Wied. Ann. **64**, 49, 1898.

Dass, wie Verfasser angiebt, eine mit der Erde verbundene Hilfselektrode stets als Kathode wirkt, dürfte wohl kaum etwas mit der Potentialverteilung im Innern der Röhre zu thun haben, sondern vielmehr von Nebenumständen abhängen; wenn man annimmt, dass Röhre und Stromquelle sonst vollkommen isoliert sind, so muss sich der ganze Apparat wegen des leichteren Ausströmens der negativen Elektrizität in die Luft natürlich positiv laden, und dann wirkt jeder abgeleitete Körper als Kathode.

Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen: Es werden zuerst die Berechnungen der Geschwindigkeit von J. J. Thomson[1]) genauer besprochen und sodann ihre experimentelle Bestimmung durch E. Wiechert.[2]) Zusammenfassend zieht der Verfasser den Schluss, dass das elektrochemische Äquivalent der Kathodenstrahlen ca. 1000 mal kleiner als das des Wasserstoffes ist.

Magnetische und elektrische Dispersion: Nach Birkeland[3]) und Deslandres[4]) wird ein durch ein Induktorium erzeugtes Kathodenstrahlenbündel durch magnetische resp. elektrische Ablenkung in eine Reihe verschieden abgelenkter Strahlen zerlegt. Dass diese Zerlegung bei Benutzung einer konstanten Stromquelle nicht eintritt, ist bereits lange vor der zitierten Arbeit von J. Strutt vom Referenten[5]) nachgewiesen worden. Dass die verschieden abgelenkten Bündel zu verschiedenen Zeiten, resp. bei verschiedenem Potential erzeugt sind, beweist Verfasser durch einen sehr hübschen Demonstrationsversuch.

Versuche von P. Lenard[6]): Diese Versuche sind wohl so bekannt, dass sie hier nicht einzeln genannt zu werden brauchen; Verfasser giebt ihre Hauptresultate richtig an, wenn auch in etwas summarischer Weise.

Diffusion der Kathodenstrahlen: Die diffuse Reflexion der Kathodenstrahlen an festen Körpern sowie an Gasmolekülen wird erwähnt; dass ein durch Reflexion entstandenes, sekundäres Bündel qualitativ dieselben Eigenschaften hat, wie das primäre, wird vom Verfasser als von ihm gefunden dargestellt. Thatsächlich ist das eine längst bekannte Thatsache. (S. Goldstein, Berl. Ber. 1880.) Die messenden Untersuchungen von Swinton,[7]) Starke[8]) und Kaufmann[9]) sind wieder nicht erwähnt.

1) l. c.
2) Wied. Ann. **69**, 739, 1899.
3) Compt. Rend. **123**, 52, 1899; **126**, 228, 1898.
4) Compt. Rend. **126**, 945 und 1247, 1897; **125**, 373, 1897; **127**, 1210, 1898.
5) Wied. Ann. **61**, 546, 1897.
6) Wied. Ann. (1894—1898) **51**, 225; **52**, 23; **56**, 255; **63**, 253; **64**, 279; **65**, 504.
7) Proc. Roy. Soc. **64**, 395, 1899.
8) Wied. Ann. **66**, 49, 1898.
9) Wied. Ann. **69**, 95, 1899.

Sekundäre Emission: Nach Goldstein[1]) wirkt jede Verengerung der Röhre wie eine Kathode.

Durchgang durch dünne Schichten: Verfasser schliesst sich der Ansicht von J. J. Thomson an, dass die Strahlen nicht wirklich hindurchgehen, sondern auf der anderen Seite neu emittiert werden und führt als Beweis eigene Versuche an, dass die „hindurchgegangenen" Strahlen von der durchsetzten Schicht „stets in senkrechter Richtung ausgingen". (Wie diese Behauptung mit den Resultaten Lenards in Einklang gebracht werden soll, die Verfasser doch oben genau richtig beschreibt, ist Referent unverständlich. Hier müssen Versuchsfehler gröblichster Art vorwalten.)

Kanalstrahlen: Die von einer durchlöcherten Kathode nach rückwärts ausgehenden Goldsteinschen[2]) „Kanalstrahlen" nennt Verfasser „magnetisch und elektrisch nicht merklich ablenkbar". (Wie von W. Wien[3]) gezeigt worden ist, ist die elektrische Ablenkbarkeit, von derselben Ordnung, wie die der Kathodenstrahlen, die magnetische allerdings viel schwächer.)

Jaumannsche Interferenzflächen: Es wird, und wohl mit Recht, die Jaumannsche[4]) Versuchsanordnung bloss kurz beschrieben. Die weitgehenden Schlüsse des Herrn Jaumann scheinen auch dem Referenten bei der Kompliziertheit der ganzen Anordnung einstweilen ungenügend fundiert.

Unablenkbare Kathodenstrahlen: Was hier unter Berufung auf J. J. Thomson als unablenkbare Kathodenstrahlen bezeichnet wird, dürften doch wohl bloss die auf die Kathode zuwandernden positiven Teilchen (vom Verfasser im folgenden Abschnitt „afflux cathodique" genannt) sein. Referent wenigstens ist es nie gelungen, etwas Anderes in der Röhre zu entdecken.

Formation und Emission der Kathodenstrahlen. Verfasser führt hier seine eigenen Untersuchungen an, dass der „Widerstand" einer Röhre bloss von dem Querschnitt des Kathodenstrahlenbündels an seinem Ausgangspunkt abhängt. Er geht sodann auf die Natur der auf die Kathode zuwandernden positiven Teilchen ein, die eine durchlöcherte Kathode zu durchsetzen vermögen und jenseits die „Kanalstrahlen" bilden. Hierbei wird behauptet, dass letztere ihre Ladung beim Durchtritt durch die Kathode abgegeben hätten, da sie einem elektrisch geschirmten Faradayschen Cylinder keine Ladung mitteilten. (Die Irrigkeit dieses Schlusses erhellt aus der von W. Wien (l. c.) nachgewiesenen elektrischen Ablenkung und positiven Ladung der Kanalstrahlen. Das

1) Berl. Akad. Ber. 1880, S. 88.
2) Berl. Akad. Ber. **39**, 691. 1886.
3) Verh. phys. Ges. Berlin **17**, 10, 1898.
4) Wied. Ann. **64**, 262, 1898; **67**, 741, 1898.

negative Resultat Villards erklärt sich wohl einfach aus der sehr grossen Leitfähigkeit der durchstrahlten Luft, die bei ungenügender Verdünnung eine merkliche Ladung überhaupt nicht aufkommen lässt. Beobachtet man galvanometrisch, indem man den auffangenden Cylinder durch ein empfindliches Galvanometer zur Erde ableitet, so erhält man bei ebenfalls abgeleiteter Kathode stets einen deutlichen Strom im positiven Sinne.)

Natur der strahlenden Materie: Hier wird folgender Schluss gezogen: Die Erscheinungen der Kathodenstrahlen, namentlich der Quotient e/m, sind unabhängig von der Natur des Gases in der Röhre. Die strahlende Materie muss also immer dieselbe sein. Ferner wirken Kathodenstrahlen reduzierend (?? Ref.). Nun ist aber der Wasserstoff das einzige chemisch einfache reduzierende Gas; da nun Wasserstoff in den Röhren fast immer vorhanden ist, und auch sonst sich durch manche Eigentümlichkeiten auszeichnet, so kann man, solange ein anderes reduzierendes einfaches Gas nicht entdeckt ist, wohl „die Hypothese als annehmbar bezeichnen, dass die strahlende Materie aus Wasserstoff bestehe".

Warum hat wohl Verfasser oben auseinandergesetzt, dass e/m für die Kathodenstrahlen etwa 1000mal grösser ist, als für Wasserstoff? Zahlen sollen doch bekanntlich beweisen!

W. Kaufmann.

(Eingegangen 18. November 1900.)

R. Eötvös (Budapest), Studien über die Niveauflächen und die Änderung der Schwere und der magnetischen Kraft mit dem Ort. 23 S.

Der Verfasser berichtet über eigene oder durch ihn veranlasste Beobachtungen mit Hilfe der Drehwage.[1])

Zunächst handelt es sich um die Bestimmung der Variationen der Schwerkraft, welche den räumlichen Differentialquotienten erster Ordnung entsprechen. Sind X, Y, Z die Komponenten der Schwerkraft, bezogen auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem, so bestehen zwischen den 9 Differentialquotienten dieser Art: $\partial X/\partial x$, $\partial X/\partial y$, $\partial X/\partial z$, $\partial Y/\partial x$ .... die vier Relationen $\partial Z/\partial y = \partial Y/\partial z$, $\partial X/\partial z = \partial Z/\partial x$, $\partial Y/\partial x = \partial X/\partial y$, $\partial X/\partial x + \partial Y/\partial y + \partial Z/\partial z = 2\omega^2$, von denen die drei ersten das Bestehen eines Potentials aussprechen und die vierte, in welcher ω die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation bedeutet, den Einfluss dieser Rotation anzeigt. So bleiben für die experimentelle Bestimmung noch 5 Grössen. Zu diesen gehört die Variation der Schwere mit der Höhe, welche, wie Jolly zeigte, mittels der gewöhnlichen Wage gemessen werden kann. Der Verfasser verwendet nun die Drehwage, um die noch fehlenden 4 Unbekannten zu bestimmen. Entweder wird die gewöhnliche Form benutzt, bei der ein Faden ein horizontales Stäbchen mit zwei Gewichten an den Enden trägt, oder es wird eines der Gewichte nicht direkt, sondern mittels eines Fadens an dem Stäbchen befestigt, so dass es in eine tiefere Lage wie das andere kommt. Man beobachtet bei verschiedener azimutaler Orientierung entweder die Schwingungsdauer oder die Ablenkung der Drehwage relativ zum Gestell.

Um eine Anschauung von der Beschaffenheit der Apparate zu geben, werden einige Daten über einen Apparat mitgeteilt, der auf der Pariser Weltausstellung für die Beobachtung fertig montiert war. Der Aufhängefaden besteht aus Platin, ist 60 cm lang und 0,04 mm dick. Das 40 cm lange Querstäbchen trägt zwei Platingewichte von je 30 g, welche eine Höhendifferenz von 55 cm erhalten können. Die Schwingungsdauer ist 761 Sekunden. Zum Schutz gegen äussere Störungen dient eine doppelwandige Hülle von 2—4 mm dickem Messingblech mit etwa 10 mm Abstand der beiden Wände. So wird es möglich, trotz der ausserordentlichen Empfindlichkeit, selbst im Freien in einem einfachen Leinwandzelt sichere Resultate zu erhalten.

Mit Hilfe solcher Apparate ist es leicht, im Innern eines Hauses den Einfluss der Mauern u. s. w. nachzuweisen. Durch Beobachtungen auf dem Plateau eines vulkanischen Hügels bei Kis-Czell im westlichen Ungarn konnte gezeigt werden, dass entsprechend der Massenanordnung die Schwere nach der Mitte zu wächst. So hofft denn der Verfasser, dass seine Apparate wichtige Ergänzungen der Schwerebeobachtungen mittels des Pendels liefern können.

Von sehr grossem Interesse sind noch zwei andere Anwendungen der Drehwage durch den Verfasser, nämlich zur Prüfung der Newtonschen Sätze, 1) dass die Wirkung der Gravitation allein von der Masse, nicht von dem Material abhängt, und 2) dass zwischengeschaltete Masse die Wirkung nicht ändert.

Bekanntlich hat Bessel bei Gelegenheit seiner berühmten Pendelversuche gezeigt, dass bei den von ihm verglichenen Materialien die Gravitation bei gleicher Masse höchstens um etwa 1/100000 verschieden sein könnte. Dem Verfasser gelang es, diese Schärfe schon für den Vergleich von Gasen mit festen Körpern zu erreichen, für feste Körper aber die Bestätigung des Satzes bis auf etwa den 1/20000000 Teil zu treiben. Er benutzte dabei den Umstand, dass

1) Vergl. Wied. Ann., 1896.

die Schwerkraft auf der Erde sich als Resultante einer von der Gravitation herrührenden Komponente und der Centrifugalkraft darstellt, so dass, wenn der Newtonsche Satz nicht gälte, die Schwerkraft für verschiedene Materialien verschieden gerichtet sein müsste. Das Querstäbchen der Drehwage erhielt an seinen Enden zwei Gewichte von verschiedenem Material und wurde durch Drehen des ganzen Apparates nacheinander in die beiden entgegengesetzten Lagen quer zum Meridian gebracht. Dabei ergab sich keine Abweichung der Ruhelage relativ zum Gestell, und hieraus konnten die angegebenen Folgerungen gezogen werden. —

Zur Prüfung des zweiten Satzes wurden mittels eines Apparates, bei dem die beiden Gewichte in verschiedenen Höhen hingen, um die Zeit des Sonnenaufganges oder Unterganges Beobachtungen angestellt. Da dann die Erdschicht zwischen Sonne und unteres Gewicht um viele Kilometer dicker war, als zwischen Sonne und oberes Gewicht, und trotzdem keine Veränderung der Ruhelage zu bemerken war, liess sich folgern, dass durch eine Erdschicht von 1 Kilometer Dicke, die Wirkung der Gravitation nicht um 1 100000000 ihres Wertes geändert wird.

Den Schluss der Arbeit bilden einige Betrachtungen über die Verwendung der magnetischen Drehwage zur Untersuchung der räumlichen magnetischen Variationen. Es ist dem Verfasser hier noch nicht gelungen, die Apparate hinreichend empfindlich zu machen.

E. Wiechert.

(Eingegangen 19. November 1900.)

BESPRECHUNGEN.

V. Bjerknes, Vorlesungen über hydrodynamische Fernkräfte nach C. A. Bjerknes' Theorie. Bd. I mit 40 Figuren im Text. XVI und 338 Seiten. Leipzig, Joh. Ambr. Barth. 1900. Mk. 10.

Das Buch enthält eine systematische Darstellung der C. A. Bjerknesschen Theorie, über deren Inhalt bereits im Bd. I, S. 595 dieser Zeitschrift an der Hand des Bjerknesschen Kongressberichtes ausführlicher referiert wurde. Es wird demnach genügen, wenn ich mich hier auf einige Bemerkungen bezüglich der Gesamtauffassung und der Darstellungsform beschränke.

In der Einleitung wird an der historischen Entwicklung gezeigt, wie das Bedürfnis einer einheitlichen Auffassung der gesamten Naturerscheinungen immer rege gewesen ist und sich in den verschiedenen kinetischen oder dynamischen Theorien geltend gemacht hat. Zu solchen Erklärungsversuchen gehört auch die hydrodynamische Theorie der pulsierenden Kugeln, mittelst deren Bjerknes noch vor dem Aufkommen der modernen Elektrizitätslehre die scheinbaren Fernkräfte auf unmittelbare Nahewirkungen zurückzuführen suchte. Dieser Versuch scheint auch gegenwärtig wieder von besonderem Interesse durch seine enge Beziehung zur Hertzschen kräftelosen Mechanik als ein anschauliches Beispiel der von Hertz postulierten „cyklischen Systeme" und „verborgenen Massen." Um aber über die Berechtigung und Tragweite solcher Theorien ein sicheres Urteil zu gewinnen, giebt es nur eine einwandsfreie Methode. Wir müssen versuchen, die verschiedenen aus einer Hypothese fliessenden Konsequenzen zunächst ohne jede Einmischung fremdartiger oder empirischer Nebenannahmen rein mathematisch zu entwickeln, um das so gewonnene Gesamtbild dann mit der Gesamtheit der thatsächlichen Erscheinungen vergleichen zu können. Diesem ersten, deduktiven Teile der Untersuchung ist das vorliegende Buch, der erste Band eines umfassenderen Werkes, ausschliesslich gewidmet; die Darstellung ist eine rein mathematische. Aus den hydrodynamischen Grundgleichungen werden die verschiedenen Erscheinungen abgeleitet, die in einem Systeme pulsierender und oscillierender Kugeln, umgeben von einer inkompressiblen Flüssigkeit, auftreten müssen: zunächst die Bewegungsformen der Flüssigkeit, dann die hierdurch bedingten hydrodynamischen Druckkräfte und schliesslich die Rückwirkung dieser Kräfte auf die Bewegung des Kugelsystemes in ihrer Analogie mit den empirischen Fernwirkungsgesetzen.

Die Darstellung ist klar und anschaulich, die mathematischen Entwicklungen werden möglichst elementar und ohne überflüssige Rechnung durchgeführt; die Übersichtlichkeit wird gewahrt durch eine deutliche Disposition und ein konsequentes System von Bezeichnungen. Nicht ohne Bedenken ist aber vielleicht im dritten Teil hin und wieder die komplizierte Terminologie, die Unterscheidung der Druckkräfte in „Induktions-" und „Energiekräfte", in „permanente und temporäre", in „Lokalkräfte" und „scheinbare Fernkräfte", in „Selbstinduktion", und „Fremdinduktion", die ohne Verbindung mit den elektromagnetischen Analogien vielfach schwerverständlich ist und auf die Dauer ermüdend wirkt. Mathematische Ungenauigkeiten fehlen auch nicht ganz: in den Ausführungen von No. 39 scheint eine Ver-

wechselung der linearen Funktionen mit den homogenen erster Dimension vorzuliegen. Die analytischen Entwicklungen werden illustriert durch eine Anzahl sehr deutlicher Figuren, die meist die Strömung der Flüssigkeit veranschaulichen. Auch die schöne typographische Ausführung in Text und Formeln ist anerkennenswert. Nach allem kann das Buch als eine anregende wissenschaftliche Lektüre Mathematikern und Physikern empfohlen werden, auch wenn man in der Bjerknesschen Theorie nicht gerade einen besonders aussichtsreichen Versuch zur Schaffung einer physikalischen Hypothese erblicken sollte. E. Zermelo.

(Eingegangen 12. November 1900.)

A. Broca. La Télégraphie sans fils. Paris. Gauthiers-Villars. 1899.

Nach der Vorrede ist dieses Buch denjenigen gewidmet, die, „ohne Spezialisten zu sein, trotzdem die Fortschritte der Wissenschaft neugierig verfolgen, und auch denjenigen, die sich für die Fortschritte hinsichtlich ihrer Anwendung interessieren.“ Es soll speziell diejenigen aufklären, die die Nachrichten der Tageszeitungen über die drahtlose Telegraphie „für Enten von Zeitungsschreibern hielten und daher nicht daran glaubten. Andere hingegen glaubten etwas davon, waren jedoch erschreckt über die etwas an Zauberei gemahnenden Resultate.“ Man erwartet also ein populär-wissenschaftliches Werk im deutsch-englischen Sinne. Man glaubt, der Verfasser würde, etwa im Stile der Faraday-Lekture Helmholtz' die modernen Anschauungen über die Ausbreitung der elektrischen Wirkung in Dielectricis darlegen, er würde allmählich seinen Leser in die Faraday-Maxwellsche Begriffswelt einführen, ihn dann mit den Hertzschen Versuchen bekannt machen, und schliesslich von den Marconischen Versuchen sprechen. Aber leider ist es dem Verfasser nicht gelungen, das schwierige Problem, dieses so ausserordentlich dankbare Thema, in populärer Weise darzustellen, befriedigend zu lösen. Vielleicht trägt daran nicht zuletzt der Umstand die Schuld, dass in Frankreich eine populär-wissenschaftliche Publizistik grossen Stils, wie sie Deutschland durch Helmholtz, Mach, Bölsche u. a., England durch Huxley, Tyndall u. s. w. kennen gelernt hat, unbekannt ist.

Das erste Kapitel beginnt mit der Telegraphie mit Draht, d. h. mit dem Studium der Fortpflanzung der Elektrizität durch Leiter erster Klasse. Da wir nun über den Mechanismus dieser Fortpflanzung so gut wie gar nichts wissen, so ist Referent, im Gegensatz zur Meinung Brocas, der Ansicht, dass dies nicht gerade das rationellste Verfahren ist, einen Laien in das Gebiet einzuführen. Die weiteren Kapitel haben die Titel: Materielles Modell der Fortpflanzung der Energie (hydraulische und ähnliche Analogien); Vergleich der elektrischen mit den materiellen Erscheinungen; sich ausbreitende Schwingungen und Eigenschwingungen; Erzeugung rascher Schwingungen (Hertzsche Versuche, Sarasin, de la Rive u. a.); die Empfänger elektrischer Schwingungen; Induktionserscheinungen in Dielectricis; optische Analogien; drahtlose Telegraphie, Aufstellung der Apparate, Vor- und Nachteile. Als Anhang bringt dieses „populär“-wissenschaftliche Werk die mathematische Ableitung der Theorie der Fortpflanzung der elektrischen Wirkung entlang eines Leiters und speziell eines Drahtes, sowie die Ableitung der Thomson-Kirchhoffschen Gleichung für die oscillierende Entladung.

S. Guggenheimer.

(Eingegangen 26. Oktober 1900.)

R. Colson, Traité élémentaire d'Electricité avec les principales applications. Paris, Gauthiers-Villars. 1900.

Ein elementar gehaltenes Lehrbuch, das nach keiner Seite hin Besonderheiten bietet. Die Darstellungsmethode baut sich auf den alten Anschauungen auf; pädagogisch Neues ist nicht darin zu finden. Die Titelköpfe sind: Über die elektrischen Ströme; über elektrische Ladungen; Magnetismus; Elektromagnetismus; Induktion; Einheiten; Messmethoden und -Instrumente; Elektrizitätsquellen; Elektromotoren, Kraftübertragung; Transformatoren, Akkumulatoren; Licht- und Wärmewirkungen des Stromes; Elektrochemie; Verteilung der Energie; Telegraphie; Telephonie; Berechnungsbeispiele.

S. Guggenheimer.

(Eingegangen 26. Oktober 1900.)

E. Mascart, Traité de magnétisme terrestre. 8⁰ 441 S. Paris. Gauthier-Villars 1900. Preis M. 12.

Die Theorie des Erdmagnetismus hat in den letzten Jahren sich derart entwickelt, dass es, bei dem zerstreuten Erscheinen der einzelnen Arbeiten, schon dem engeren Fachmann schwer war, das ganze Feld zu überblicken. Von dem in vorhandenen Werken Gegebenen ist vieles längst veraltet, während die modernen Anschauungen und Beobachtungsverfahren nur dem relativ kleinen Kreise der speziellen Fachleute bekannt geworden sind. Mit vorliegendem Werke ist uns nun ein Handbuch gegeben, das

diese recht fühlbar gewordene Lücke auszufüllen sucht.

Da das Werk ein in sich abgeschlossenes sein soll, war es nötig, eine Reihe einleitender Kapitel vorauszuschicken, in denen die Theorie des gemeinen, des Elektromagnetismus und des Potentialbegriffes dargestellt wird, was auf eine klare und elegante Weise geschieht. Mit dem fünften Kapitel (S. 75) beginnt die Theorie der erdmagnetischen Messmethoden, mit dem Studium des ablenkenden oder schwingenden Magneten. Überall, wo die Dimensionen eines Magneten in Frage kommen, tritt in die Gleichungen statt der Länge die Poldistanz ein, weshalb die Bestimmung dieser Konstanten zunächst dargestellt wird. Hierbei sind dem Verfasser leider die Arbeiten Börgens nicht bekannt geworden, die zeigen, dass die wirksame Poldistanz bei Ablenkungsbeobachtungen eine Funktion der Entfernung beider Magnete ist. Dafür teilt Verfasser eine eigene experimentelle Bestimmungsmethode mit, aus Induktionswirkung auf eine Spule die Poldistanz zu bestimmen. Besondere Aufmerksamkeit wird jener Korrektion zugewendet, welche durch die Erdinduktion hervorgerufen wird. Bei den direkten Bestimmungsmethoden ist ein Verfahren des Verfassers beschrieben, das sich aber von der bekannten W. Weberschen Methode kaum unterscheiden dürfte. Einen beträchtlichen Raum nimmt die Entwickelung der Ablenkungsgleichung ein, namentlich die Ableitung der sogenannten Ablenkungskonstanten. Die Untersuchungen werden sowohl für die alte Gaussische Tangenten- als für die Lamontsche Sinusmethode durchgeführt. Verfasser hebt dabei die grossen Vorteile der Sinusmethode besonders hervor, die ja in der Folge die Tangentenmethode verdrängt hat. Weiterhin werden in diesem Kapitel betrachtet: die Torsionskorrektion (unifilar und bifilar), das Trägheitsmoment, die Schwingungsbeobachtungen, der Momentverlust mit der Zeit und der Temperaturkoeffizient. Bei dieser letzteren Korrektion ist, wie einst Wild bei einer zusammenfassenden kritischen Darstellung der bezüglichen Methoden gezeigt hat, die Hauptschwierigkeit in der Bestimmung der Magnettemperatur gelegen. Im Anschluss an die vom Verfasser mitgeteilten Beobachtungsmethoden, wo der Magnet in Bädern liegend ablenkt, möchte Referent an Eschenhagens oft vorgeschlagene und im Potsdamer Observatorium auch stets so ausgeführte Methode erinnern, den ganzen Raum zu erwärmen. Dass hat den Vorzug, dass die Temperatur bei der Konstantenbestimmung so auf die Messung einwirkt, wie sie das stets thut. Dabei muss die Lage des Thermometers zum Magneten ebenfalls dieselbe sein, wie bei den absoluten Messungen. Der berechnete Koeffizient bezieht sich dann auf diese Lage und die eigentliche Magnettemperatur braucht nicht bekannt zu sein.

Das Kapitel 6 beschäftigt sich mit der Bestimmung der Richtung des erdmagnetischen Feldes, d. h. der Deklination und der Inklination. Bei ersterer ist nichts zu erinnern. Bei der Besprechung der Nadelinklinatorien ist neben der Messung im Meridian auch die weniger angewandte Kotangentenmethode besprochen. Es dürfte allgemein bekannt sein, dass die Genauigkeit der Inklinationsbestimmung mit dem Nadelinklinatorium auch nicht annähernd so gross ist, als die der Deklinationsbeobachtungen. Als einzige direkte Instrumente muss man sie jedoch beibehalten. Weit exaktere Werte liefern die indirekten Methoden, die Messungen mit Erdinduktoren oder Rotationsinklinatorien. Entweder berechnet man hier die Inklination aus Galvanometerausschlägen (genannt ist die Methode von Wild, leider nicht die von K. Schering) oder man wendet Nullmethoden an und bestimmt am Teilkreis die Richtung der Induktorachse, wenn kein Strom mehr erzeugt wird. Letztere Art ist die genauere, weil Induktions- und Thermoströme nicht störend einwirken können.

Das folgende Kapitel befasst sich mit der Bestimmung der Horizontalkraft. Verfasser widmet hier längere Betrachtungen einer vergessenen Methode von Poisson, der einen Magneten abwechselnd nur im Felde der Erde und dann in dem eines anderen Magneten schwingen lässt. Weitere besprochene Methoden sind die Bestimmung von H mittels der Tangentenbussole, des Kohlrauschschen absoluten Bifilars, der Methoden von Gauss und der üblichen Theodolitbeobachtungen.

Das nächste Kapitel bringt die Besprechung der Variometer, zunächst der ganz alten Gambeyschen direkten Beobachtung der Bewegungen des Magnet-Endes mittels zweier Mikrometermikroskope. Darauf folgt die Besprechung des bekannten Mascartschen Systems. Die Aufstellung der Variometer im Observatorium im Park St. Maur wird als Muster besprochen; ausserdem wird noch das System des Magnetographen zu Kew erläutert. Leider fehlt eine Darstellung des Ineinandergreifens des registrierenden Systems und desjenigen für direkte Ablesung und damit die Ableitung der Basiswerte, obwohl doch nur diese die Grundlage aller anderen Messungen abgeben. Mit einem Kapitel über Reiseinstrumente schliesst der instrumentelle Teil des Werkes.

Es folgen Kapitel, die die Beobachtungsergebnisse besprechen und deren theoretische Verarbeitung mitteilen. Referent darf wohl in Hinweis auf seinen kürzlich in dieser Zeitschrift veröffentlichten Bericht über den heutigen Stand

der Theorie[1]) sich hier etwas kürzer fassen. Verfasser geht zunächst auf die Variationen ein, zeigt die Berechnung mit Hilfe der harmonischen Analyse und giebt hier mehrere interessante Rechnungsmethoden für den Fall, dass die Periode nur genähert bekannt ist. Bei der Säkularvariation werden namentlich die Untersuchungen von Schott erwähnt: leider fehlen jedoch die Resultate von Bauer und Carlheim-Gyllenskiöld, mithin die wichtigsten. Sehr ausführlich wird die tägliche Variation geschildert und zwar sowohl die der einzelnen Elemente, als auch der Komponenten. Hierbei wird ausser der gewöhnlichen Darstellung auch die Wiedergabe durch Vektordiagramme und andere Kurven angeführt. Es folgen die jährliche, die Mond- und die mit der Sonnenrotation und der Fleckenzahl zusammenhängenden Perioden. Entsprechend sind die Störungen und ihre Variationen behandelt. Den Schluss bilden Eschenhagens Elementarwellen.

Es folgt nun die Theorie des konstanten Feldes und seine Beschreibung; besonders gedacht wird der Bezoldschen Isanomalen und des sogenannten überbleibenden Feldes (Bauer), ferner werden besprochen die lokalen Anomalien und die Variation in Höhe (Liznar). Die eigentliche Theorie wird im zwölften Kapitel dargestellt. Hier kommen in Betracht: der Einfluss der Elliptizität der Erde, die Definition des normalen Feldes, das Potential für innere und äussere Kräfte, die Resultate der Rechnungen, wobei leider die von Ad. Schmidt herrührende nur erwähnt ist, dafür aber die weniger bekannte, aber wertvolle von Adams zahlenmässig vorgeführt wird; es folgt die Schuster-Bezoldsche Theorie der täglichen Variation, die Untersuchungen Lord Kelvins über die magnetische Wirkung der Sonne und die Beschreibung des Wildeschen Magnetariums, eines Apparats, der den magnetischen Zustand der Erde zu jeder beliebigen vergangenen Zeit darstellen soll.

Ein eigenes Kapitel ist den erdelektrischen Eigenschaften gewidmet. Zunächst wird die Luftelektrizität besprochen, ihre absoluten Werte, ihre Variationen, ihre Änderung mit der Höhe (nach Börnstein, Baschin und Le Cadet) und die Hypothesen über ihren Ursprung (namentlich der Einfluss der ultravioletten Strahlung). Es folgen die Polarlichter, ihre Höhen, die Lage der Kurven gleicher Häufigkeit der Sichtbarkeit und ihre Variationen; hier wird, was sehr notwendig war, auf die Verdeckung durch Mond und Sonne hingewiesen. Hierauf wird die Theorie von Paulsen erwähnt, wonach die von den Molekeln der Atmosphäre absorbierten Sonnenlichtstrahlen später als Polarlichter ausstrahlen. Bei der Besprechung der Erdströme vermisst man die einzige absolute Messmethode von W. Giese und die exakten Messungen von Lemström. Hochmodern ist der Paragraph über die vagabundierenden Ströme industrieller Anlagen. Den Schluss bilden die Notizen über den Zusammenhang mit Erdbeben.

Das Schlusskapitel des ganzen Buches ist dem Schiffsmagnetismus gewidmet.

Was das ganze Werk anbetrifft, so fällt namentlich die klare Darstellung und die Gleichmässigkeit der Bearbeitung der einzelnen Abschnitte auf, und es ist keine Frage, dass das Buch seinen Hauptzweck erfüllen wird, das Studium des Erdmagnetismus neu zu beleben.

A. Nippoldt.

(Eingegangen 10. November 1900.)

1) Vgl. **2**, 108 u. 119, 1900.

Eingegangene Schriften.

(Eingehende Besprechung vorbehalten.)

Büttner, Friedrich, Studien über die Greensche Abhandlung: Mathematical investigations concerning the laws of the equilibrium of fluids (1832). Gekrönte Preisschrift (Preisschriften der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft 36) VI u. 98 S. Leipzig, B. G. Teubner. 1901. Mk. 6.40.

Kayser, H., Lehrbuch der Physik für Studierende. Dritte verbesserte Auflage. Mit 336 in den Text gedruckten Abbildungen. X u. 584 S. Stuttgart, Ferdinand Enke. 1900. Mk. 11.—.

Personalien.

Ingenieur Hermann von der Centralstelle für wissenschaftliche Untersuchungen in Neubabelsberg ist als Professor der Elektrotechnik an die Technische Hochschule zu Stuttgart berufen worden.

Geheimer Regierungsrat Professor Rüdorff an der Technischen Hochschule in Berlin ist zur Wiederherstellung seiner Gesundheit für das Winterhalbjahr beurlaubt worden, seine Vertretung ist dem Dozenten Professor Dr. Stavenhagen anvertraut.

Von den Medaillen der Royal Society erhielt Professor Marcellin Berthelot (Paris) die Coplaymedaille „für seine glänzenden Verdienste um die chemische Wissenschaft", Professor Henry Becquerel (Paris) die Rumfordmedaille für seine Entdeckung der unsichtbaren Uranstrahlen. Ausserdem ist die Davymedaille Professor Wilhelm Körner für seine glänzenden Untersuchungen über die Theorie der aromatischen Verbindungen, eine „Königliche Medaille" dem Major Mac Mahon für seine Beiträge zur mathematischen Wissenschaft zuerkannt.

Die Akademie der Wissenschaften in München wählte den Professor der Physik an der Universität München Röntgen zum ordentlichen Mitgliede und den Professor Bütschli an der Universität Heidelberg zum korrespondierenden Mitgliede.

An der böhmischen technischen Hochschule in Prag habilitierte sich der Inspektor F. Formanek für Spektralanalyse.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.